

民勤温性荒漠草原拟步甲昆虫多样性调查

他富源¹, 张弘扬¹, 勾文山¹, 马维新², 胡桂馨¹

(1. 甘肃农业大学草业学院, 国家林业和草原局高寒草地鼠害防控工程技术研究中心, 甘肃 兰州 730070;

2. 民勤县草原工作站, 甘肃 武威 733399)

摘要: 为明确民勤温性荒漠草原拟步甲昆虫群落多样性及其时间动态, 于2021年4—10月采用巴氏罐诱法对甘肃省民勤县砾质、沙质与盐土荒漠草原拟步甲科昆虫群落进行系统调查。(1) 本次调查共捕获拟步甲科昆虫8492头, 分属于8属10种, 其中姬小胸鳖甲(*Microdera elegans*)和多毛宽漠甲(*Sternoplax setosa setosa*)为优势种, 分别占总个体数的26.88%和25.07%, 波氏真土甲(*Eumylada potanini*)为砾质荒漠草原的特有种。(2) 3个亚类荒漠草原拟步甲昆虫物种数和个体数在7月达到峰值, 10月降到最低。(3) 砾质荒漠草原和沙质荒漠草原的拟步甲群落多度和香农多样性指数显著高于盐土荒漠草原($P < 0.05$); 盐土荒漠草原的拟步甲群落丰富度显著高于沙质荒漠草原($P < 0.05$)。(4) 相关性分析表明, 拟步甲群落的丰度指数与植被群落高度、土壤含水量和植被盖度呈显著负相关($P < 0.05$); 拟步甲丰度指数与植被香农多样性指数和植被丰富度呈显著正相关($P < 0.05$)。荒漠草原的植被组成单一, 促使拟步甲群落组成简单; 相对于盐土荒漠草原和沙质荒漠草原, 砾质荒漠草原中植被香农多样性指数和植被丰富度较高, 砾质荒漠草原中拟步甲物种也最丰富。

关键词: 荒漠草原; 拟步甲; 种类; 多样性; 时间动态

温性荒漠草原是温性草原向荒漠过渡的一种草地类型, 植被主要由旱生超旱生灌木、多年生草本植物和一年生草本植物组成^[1]。民勤温性荒漠草原是我国西部荒漠的重要组成部分, 属于温带干旱荒漠类草原区, 位于我国河西走廊的东部, 是我国蒙新高原草原区的一部分^[2]。由于荒漠地区气候恶劣, 使得其中植被群落净初级生产力较低, 物种多样性匮乏, 生态系统对外界干扰敏感^[3]。近些年以来, 由于全球环境变化, 草原面积逐渐缩小, 荒漠草原生态系统物种多样性变化的研究也逐步成为了人们关注的重点问题之一^[4]。

地表甲虫是荒漠草原生态系统中最具生物多样性的动物类群之一, 其中拟步甲科昆虫(Tenebrionidae)是一类分布范围广、种类丰富、形态分化复杂、生活类型极富多样性的地表甲虫^[4]。目前, 全世界所记述的拟步甲昆虫有12亚科25000多种(其中包括朽木甲科Allecidae、伪叶甲科Lagriidae和广胸亚科Nilionidae), 其中60%左右的种类分布在荒

漠或半荒漠地区, 是荒漠草原地表甲虫的重要组成部分^[5]; 在我国分布的拟步甲超过2000种, 其中在荒漠半荒漠地区的拟步甲分布同样较为丰富^[6]。大部分拟步甲成虫在地面活动, 是鸟类和啮齿类动物的食物来源之一, 而卵或幼虫存活于土壤中, 使其成为地上和地下食物网的重要连接者^[7]。拟步甲昆虫既是荒漠草原生态系统中重要的消费者又是主要的分解者, 其群落结构与环境存在密切关系, 对系统中物质循环与能量流动具有促进作用^[8-9]。拟步甲科昆虫对环境具有极强的适应能力, 并对生境的退化具有指示性作用, 在一定的程度上维持着整个荒漠生态系统的生态服务功能^[5]。

由于拟步甲科昆虫生活周期相对较长, 多分布于气候条件较为恶劣的荒漠半荒漠地区, 被人们公认为研究难度极大的类群之一, 也是国内研究基础相对薄弱的一大类群。目前为止, 关于荒漠草原生态系统中拟步甲多样性调查研究相对较少, 主要研究报道在宁夏^[10-12]、新疆^[13]等地。在甘肃省, 荒漠草

收稿日期: 2022-12-03; 修订日期: 2023-02-12

基金项目: 民勤县荒漠草原主要害虫调查与监测试点项目(XZ20200610)

作者简介: 他富源(1999-), 男, 硕士研究生, 主要从事草地保护研究。E-mail: 1415184330@qq.com

通讯作者: 胡桂馨。E-mail: huguixin@gsau.edu.cn

原拟步甲昆虫多样性的研究报道很少,主要为刘继亮等^[14]和董六文等^[15]对黑河流域近地表甲虫的多样性组成调查,关于民勤荒漠草原拟步甲科昆虫群落组成、时间动态及物种多样性还未见报道。基于上述问题,本研究于2021年4—10月选择该地区具有代表性的3个亚类草地,对拟步甲科昆虫多样性及其环境因子进行调查,旨在为甘肃省荒漠草原区域生物多样性的研究和保护提供资料。

1 调查样地与方法

1.1 样地概况

调查样地位于甘肃省武威市民勤县红砂岗镇,地理坐标为103°02'~104°02'E,38°05'~39°06'N,海拔1000~1936 m。气候干燥,年降水量为113.6 mm,年平均蒸发量为2643.3 mm,是年降水量的23.3倍;年平均气温8.2℃,昼夜温差较大;年日照时间长,平均无霜期162 d。民勤荒漠类草地根据综合顺序分类法可归类为IVA4-微温极干温带荒漠类,调查区域温性荒漠草原有3个亚类,分别为砾质荒漠草地、沙质荒漠草地和盐土荒漠草地,在砾质荒漠草地和盐土荒漠草地之间分布有条带状沙质荒漠草地^[16]。砾质荒漠草地的植被主要有珍珠猪毛菜(*Caroxylon passerinum*)、唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、红砂(*Reaumuria songarica*)等;盐土荒漠草地的植被主要由叶肉质的耐盐或喜盐植物组成,有盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、碱蓬(*Suaeda salsa*)等;沙质荒漠草地植物主要包括大果白刺(*Nitraria roborowskii*)、泡泡刺(*N. sphaerocarpa*)和沙葱(*Allium mongolicum*)等。

1.2 调查方法

1.2.1 样地设置 于2021年4—10月进行拟步甲群落调查,每月调查1次,每次7 d。在3个亚类草原设定样地,样地间隔10 km以上。每个样地设置3个直径100 m的样圆,每个样圆间隔1 km以上。每个样圆以圆心为旋转点,每旋转120°设置1条样线,共设置3条样线;每条样线设置一组陷阱(5个),陷阱间隔10 m,每个样圆共设置15个陷阱。

1.2.2 拟步甲科昆虫种类调查方法 试验采用巴氏罐诱法诱集拟步甲科昆虫^[17]。用诱杯(一次性塑料杯,高20 cm,口径15 cm)作为陷阱,诱杯埋入土中,上口与地表平齐,内倒入40~60 mL引诱剂(糖、醋、

医用酒精和水的混合物,比例为1:2:1:20),杯口与地面平齐,杯壁上方1/8处(杯口下方2.5 cm)打一个小孔(直径约0.5 cm),以免由于雨水过多使标本流失。每个诱杯间隔不小于2 m。每天收集一次诱杯内昆虫,并补充诱液,记录每个样点调查的种类与数量。昆虫带回室内制成标本并鉴定。

1.2.3 草地因子调查方法 2021年7月,在3个亚类草原诱集拟步甲的样圆中,沿布置陷阱的半径设置10 m×10 m样方,每样圆设3个样方,每个亚类草原共设9个样方。按《草地调查规划学实习指导》调查和记录样方内所有植物种类、数量、自然高度、盖度及土壤含水量^[18]。

自然高度:随机测量样方内10株出现的植物自然高度,草本植物、灌木测量方法一致。

盖度:沿样方对角线拉两条测绳(测绳长约14.5 m),测量植物投影长度。

土壤含水量:使用便携式土壤水分速测仪(TDR 350)在样方内采用五点取样法测量。

1.3 标本鉴定

依据《中国动物志63卷》^[19]、《中国经济昆虫志(第四册,鞘翅目·拟步行虫科)》^[20]、《中国荒漠半荒漠的拟步甲科昆虫》^[5]等文献资料,并借助体视显微镜等仪器进行标本鉴定。

1.4 数据分析

每个亚类草地植物总种数表示植被丰富度,拟步甲总个体数表示拟步甲丰度(Abundance),植被物种多样性和拟步甲物种多样性(H')分析均采用香农多样性指数,计算公式为:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

式中: $P_i = N_i/N$, P_i 是第*i*种个体数占总个体数的比率; N_i 是第*i*种的个体数; N 是总个体数。

拟步甲丰富度(D)分析采用Margalef丰富度指数,计算公式为:

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (2)$$

拟步甲优势度(C)分析采用Simpson优势度指数法^[22-22],计算公式为:

$$C = \sum (N_i / N)^2 \quad (3)$$

优势度划分依据为地表甲虫个体数量占总个体数10%以上为优势种;占总个体数1%~10%为常见种;占总个体数1%以下为稀有种。

利用R 3.5.2中的corrplot包进行拟步甲群落多

样性与环境因子间相关性分析检验相关性水平,并绘图。以上数据利用 Excel 2019 进行初步处理,采用 Spss 24.0 进行单因素方差分析,用 Duncan 法进行差异显著性多重比较。

2 结果与分析

2.1 温性荒漠草原拟步甲群落组成

本次调查共捕获 8492 头拟步甲科昆虫,分属于 8 属 10 种(表 1)。其中,姬小胸螯甲(*Microdera elegans*)和多毛宽漠甲(*Sternoplax setosa setosa*)个体数量最多,为优势种,分别占总个体数的 26.88%和 25.07%。宽腹东螯甲(*Anatolica gravidula*)、中华砚甲(*Cyphogenia chinensis*)、泥脊漠甲(*Pterocoma vittata*)、扁胸漠甲(*Sternoplax impressicollis*)、戈壁琵琶甲(*Blaps gobiensis*)和维氏漠王(*Platyoope victori*)个体数量分别占总个体数的 15.51%、15.08%、6.50%、5.11%、4.43%和 1.01%,为常见种。波氏真土甲(*Eumylada potanini*)和波氏东螯甲(*Anatolica potanini*)个体数量共占 0.41%,为稀有种。

2.1.1 不同亚类草地拟步甲群落组成 不同亚类草地拟步甲科昆虫在个体数量、物种数量方面存在差异(表 1)。沙质荒漠草地共捕获 3552 头拟步甲科昆虫,分属于 7 属 9 种,占总个体数量的 41.83%;砾质荒漠草地共捕获 3483 头拟步甲科昆虫,分属于 8 属 10 种,占总个体数量的 41.02%;盐土荒漠草地共捕获 1457 头拟步甲科昆虫,分属于 7 属 9 种,占总个体

数量的 17.16%。其中波氏真土甲仅在砾质荒漠草地有分布,在其余两个亚类荒漠草地无分布。

2.1.2 不同亚类草地拟步甲种类个体数组成 不同亚类草地拟步甲种类的个体数量比例组成存在差异(图 1)。砾质荒漠草地中,姬小胸螯甲、多毛宽漠甲为优势种,分别占该亚类草地拟步甲总个体数的 29.77%、23.54%,中华砚甲与宽腹东螯甲为常见种,分别占 10.42%与 15.39%,泥脊漠甲、扁胸漠甲、戈壁琵琶甲、维氏漠王、波氏真土甲和波氏东螯甲为稀有种,共占 20.87%;沙质荒漠草地中,多毛宽漠甲、姬小胸螯甲和宽腹东螯甲为优势种,分别占 26.86%、22.18%和 20.35%,常见种为宽腹东螯甲,占 16.72%;盐土荒漠草地中,多毛宽漠甲与姬小胸螯甲为优势种,分别占 31.37%与 24.37%;泥脊漠甲、扁胸漠甲、戈壁琵琶甲、维氏漠王和波氏东螯甲为沙质与盐土荒漠草地中的稀有种,分别共占 13.88%与 18.05%。

2.1.3 不同亚类草地拟步甲多样性分析 不同亚类草地拟步甲群落多样性表现出一定的差异性(图 2)。盐土荒漠草地的拟步甲群落丰度显著低于砾质荒漠草地和沙质荒漠草地($P < 0.05$),其中拟步甲群落丰富度高于砾质荒漠草地和沙质荒漠草地,但只与沙质荒漠草地拟步甲丰富度差异显著($P < 0.05$);砾质荒漠草地拟步甲群落香农多样性指数显著高于盐土荒漠草地与沙质荒漠草地($P < 0.05$)。3 个亚类草地拟步甲优势度指数间差异不显著($P > 0.05$),其中盐土荒漠草地拟步甲群落优势度指数最

表 1 3 个亚类草地拟步甲的物种及个体数量组成

Tab. 1 The darking beetles species and quantities in three subclasses of temperate desert grassland

种类	砾质荒漠草地		沙质荒漠草地		盐土荒漠草地		总计	
	数量/头	占比/%	数量/头	占比/%	数量/头	占比/%	数量/头	占比/%
姬小胸螯甲(<i>Microdera elegans</i>)	1037	29.77	788	22.19	457	31.36	2282	26.88
多毛宽漠甲(<i>Sternoplax setosa setosa</i>)	820	23.54	954	26.86	355	24.37	2129	25.07
中华砚甲(<i>Cyphogenia chinensis</i>)	363	10.42	723	20.35	195	13.38	1281	15.08
宽腹东螯甲(<i>Anatolica gravidula</i>)	536	15.39	594	16.72	187	12.83	1317	15.51
泥脊漠甲(<i>Pterocoma vittata</i>)	337	9.68	168	4.73	47	3.23	552	6.50
扁胸漠甲(<i>Sternoplax impressicollis</i>)	184	5.28	152	4.28	98	6.73	434	5.11
戈壁琵琶甲(<i>Blaps gobiensis</i>)	104	2.99	161	4.53	111	7.62	376	4.43
维氏漠王(<i>Platyoope victori</i>)	73	2.10	10	0.28	3	0.21	86	1.01
波氏真土甲(<i>Eumylada potanini</i>)	22	0.63	-	-	-	-	22	0.26
波氏东螯甲(<i>Anatolica potanini</i>)	7	0.20	2	0.06	4	0.27	13	0.15
总计	3483	100.00	3552	100.00	1457	100.00	8492	100.00

注:“-”表示未调查到该种昆虫。

chinaXiv:202305.00241v1

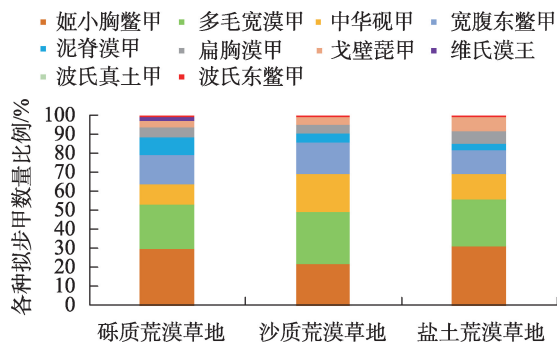


图1 3个不同亚类草地各种拟步甲的数量比例

Fig. 1 The kinds of darkling beetles number percentage in three subclasses of temperate desert grassland

高,砾质荒漠草地最低。

2.2 拟步甲群落的动态变化

2.2.1 拟步甲群落的动态变化 拟步甲群落物种数与个体数在4—10月具有显著的正相关关系($r=0.91$, $P=0.004$),从图3中可以看出物种数与个体数基本呈现出一致的变化趋势,物种数与个体数在5月达到一个小高峰,6月下降,7月达到峰值,10月降到最低。在5月共捕获到拟步甲1900头,分属8种,分别占全年捕获拟步甲科昆虫总个体数和物种数的23.10%和19.05%;7月共捕获2289头,分属10种,分别占27.83%和23.81%;10月共捕获5只拟步甲科昆虫,分属2种,分别仅占捕获拟步甲科昆虫总个体数和物种数的0.06%和4.76%。

2.2.2 不同亚类草地拟步甲的动态变化 不同亚类荒漠草地拟步甲个体数量和物种数量的变化趋势

具有差异性(图4)。砾质荒漠草地拟步甲物种数在整体上呈现先增加再减少的变化趋势,在7月达到峰值(9种);沙质荒漠草地物种数在5月出现一个高峰(7种),7月达到峰值(8种),之后降低;盐土荒漠草地高峰期出现在5月(6种)和7月(7种),各亚类荒漠草地拟步甲物种数均在10月降至最低。

砾质荒漠草地拟步甲个体数的时间动态变化与物种数的变化趋势基本相似,在5月出现一个小高峰,7月达到峰值,10月降到最低;沙质荒漠草地拟步甲个体数的时间动态变化呈现先增加再减少的变化趋势,在7月达到峰值,10月降到最低。盐土荒漠草地拟步甲个体数逐渐升高在5月达到一个小高峰,7月达到峰值,之后逐渐降低,10月在盐土荒漠草地未见拟步甲活动。

2.2.3 不同亚类草地各种拟步甲的动态变化 4—10月,在不同亚类荒漠草地中,各种类拟步甲的个体数量变化趋势基本一致,4月个体数量最多的拟步甲种类为宽腹东鳖甲,5月和6月数量最大的是多毛宽漠甲,7月则为姬小胸鳖甲(图5)。在砾质荒漠草地中,8月和9月个体数量最大的为姬小胸鳖甲,10月为戈壁琵甲(2头);在沙质荒漠草地中,7月中华硯甲个体数量与姬小胸鳖甲几乎持平(321头),8月和9月多毛宽漠甲、姬小胸鳖甲和中华硯甲个体数相差不大,在8月个体数分别为114头、99头和86头,9月为16头、22头和20头,10月仅捕获3头戈壁琵甲;在盐土荒漠草地,8月个体数最多的为姬小胸鳖甲,9月姬小胸鳖甲和戈壁琵甲个体数几乎持平,

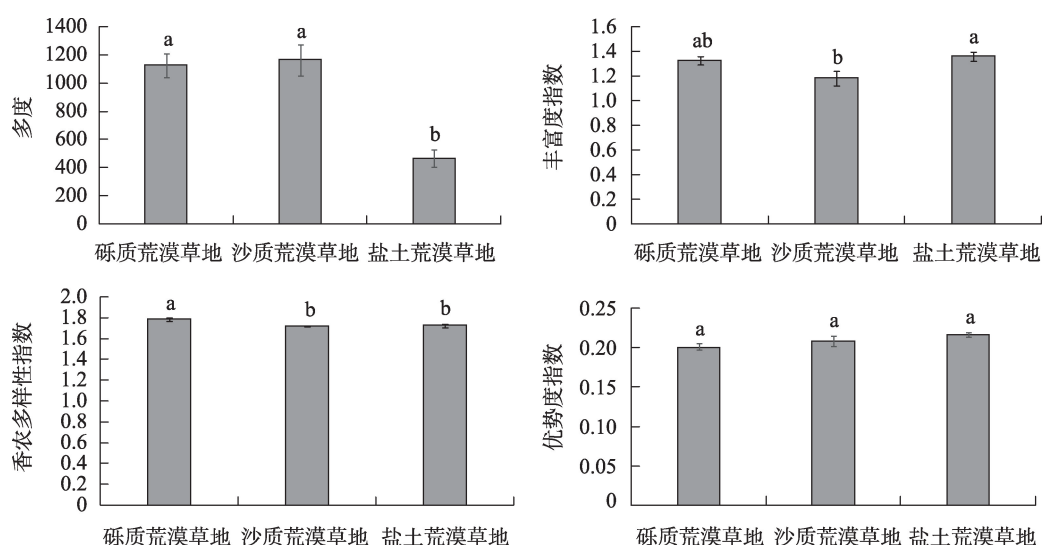


图2 不同亚类草地拟步甲的物种多度、丰富度、香农多样性指数和优势度

Fig. 2 Abundance, richness, Shannon indices and dominance indices in subclasses of temperate desert grassland

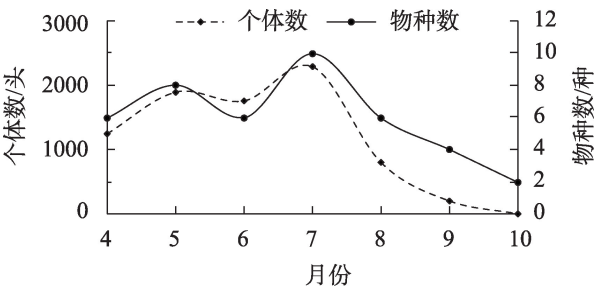


图3 民勤红砂岗荒漠草原拟步甲个体数和物种数变化
Fig. 3 Changes in individuals and species of darkling beetles in temperate desert steppe of Minqin Hongshagang

分别为17头和16头。
2.3 拟步甲群落多样性与环境因子的关系
2.3.1 不同亚类温性荒漠草地植被群落多样性及土壤含水量 从表2可知,砾质草地植被多样性指数和植被丰富度指数最高,显著高于沙质草地和盐土草地的植被多样性指数和植被丰富度指数($P<0.05$),盐土荒漠草地的植被多样性指数和植被丰富度指数最低;盐土荒漠草地的植被群落高度、植被盖度和土壤含水量均最高,砾质草地的最低,但盐土荒漠草地的植被群落高度与沙质草地差异不显

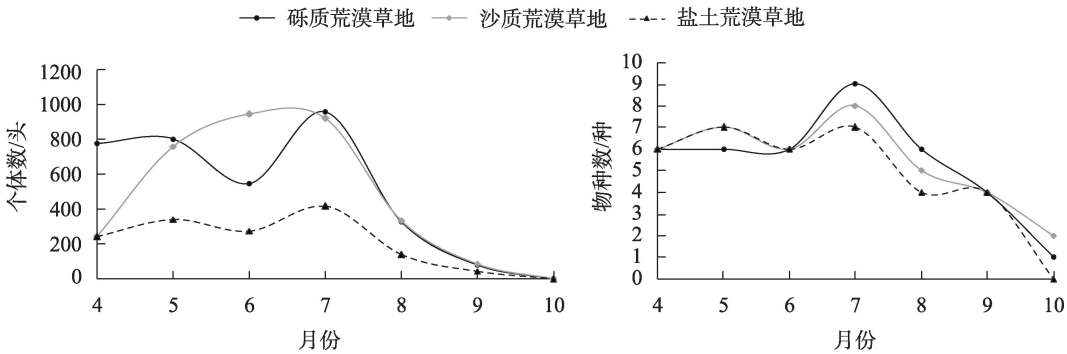


图4 不同亚类草地拟步甲群落个体数量、物种数量时间变化
Fig. 4 Time change of number of darkling beetles species and individuals in subclasses of temperate desert grassland

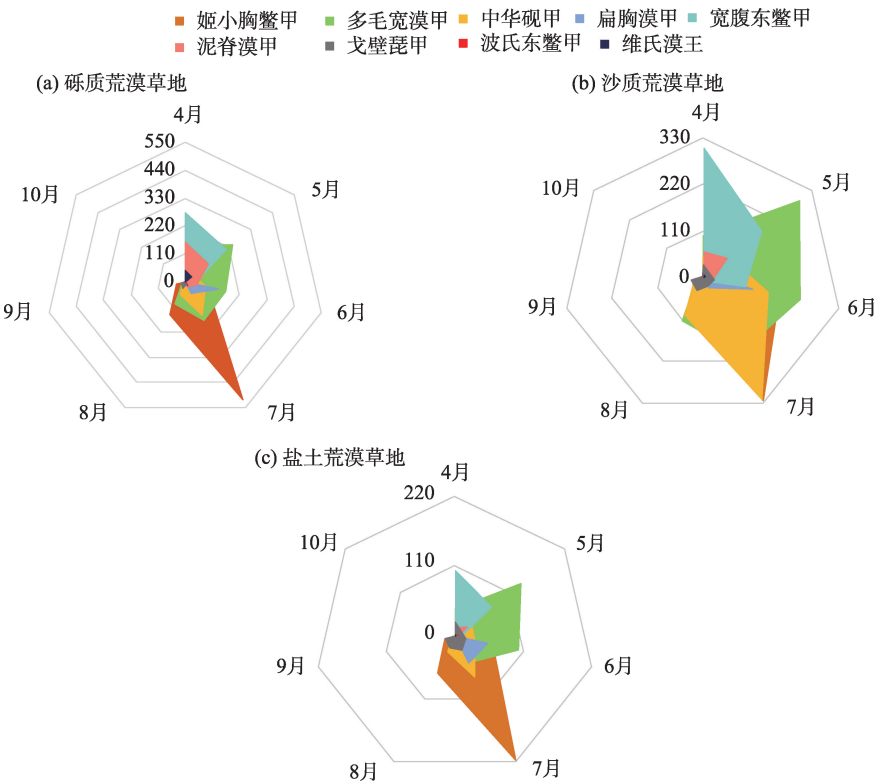


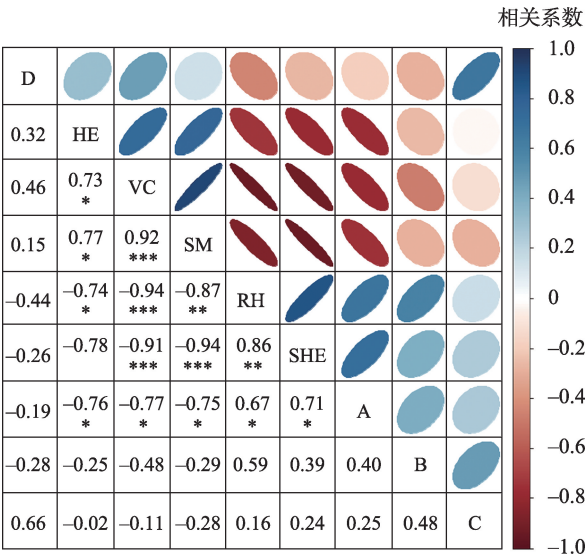
图5 不同亚类荒漠草地各种拟步甲数量的变化
Fig. 5 Variation in the abundance of various species of darkling beetles in different subclasses of desert grassland

表2 不同亚类温性荒漠草地植被群落多样性及土壤含水量

Tab. 2 Characteristics of plant communities and soil properties in three subclasses of temperate desert grassland

样地	植被香农多样性指数	植被丰富度	植被群落高度/cm	植被盖度/%	土壤含水量/%
沙质荒漠草地	0.85±0.03b	2.33±0.33b	42.31±6.27a	28.2±1.01b	6.18±0.01b
砾质荒漠草地	1.13±0.13a	4.33±0.33a	17.87±1.26b	23.19±0.99c	3.32±0.01b
盐土荒漠草地	0.39±0.05c	1.33±0.33b	47.33±3.9a	32.9±1.09a	11.94±0.02a

注:同列数据不同字母表示差异显著($P<0.05$)。



注:A表示拟步甲群落丰度指数;B表示拟步甲群落丰富度指数;C表示拟步甲群落香农多样性指数;D表示拟步甲群落优势度指数;SHE表示植被香农多样性指数;RH表示植被丰富度;HE表示植被群落高度;SM表示土壤含水量;VC表示植被盖度。*表示在0.05水平下显著;**表示在0.01水平下显著;***表示在0.001水平下显著。

图6 拟步甲群落多样性与环境因子的相关性分析

Fig. 6 The correlation analysis between darkling beetles community diversity and environmental factors

著($P>0.05$)。

2.3.2 拟步甲群落多样性与环境因子的相关性分析 拟步甲科昆虫多样性与草地因子的相关分析结果表明(图6),拟步甲群落的丰度指数(A)与植被群落高度(HE)、植被盖度(VC)和土壤含水量(SM)呈显著负相关;丰度指数(A)与植被香农多样性指数(SHE)和植被丰富度(RH)呈显著正相关。总体来看拟步甲群落丰度与环境因子(植被群落高度、土壤含水量、植被香农多样性指数和植被丰富度)紧密相关,而拟步甲群落丰富度指数、香农多样性指数、优势度指数与环境因子相关性较弱。

3 讨论

由于荒漠草原气候严酷,造成其生物资源极度

贫乏,其生物群落结构简单,物种组成匮乏,主要建群种为能够适应干旱环境的物种且优势类群明显^[23],拟步甲科昆虫作为荒漠草原昆虫的主要组成成分,有沙漠的“典型宿主”和土壤沙化程度轻重的“指示虫类”的称号^[24]。本研究于2021年4—10月在民勤红砂岗3个亚类荒漠草地进行调查,其结果表明该地区拟步甲科昆虫群落结构简单、种类稀少,共分布有8属10种拟步甲科昆虫;发现优势种明显,优势种为姬小胸螯甲、多毛宽漠甲,分别占个体数的26.87%、25.07%。由于本研究所调查区域的气候条件相似,除在沙质与盐土荒漠草地中未捕获到波氏真土甲外,在砾质、沙质与盐土荒漠草地中所捕获的拟步甲物种基本相同。

昆虫的群落组成及多样性受栖息生境中食物资源、温湿度等多种外部因素的制约,本研究中拟步甲群落组成与数量也具有明显的时间异质性,拟步甲总物种数和总个体数呈显著正相关,表现为5月达到一个小高峰后下降,在7月达到最高,10月最低,这一研究结果与7月是地表甲虫的高发时期相符合^[25-26]。5月达到小高峰的原因可能是拟步甲科昆虫在5月大量出土活动;在7月温度、湿度、光照等气候条件适宜昆虫的生长繁殖,同时,植物也处于全年物种最丰富、生长最旺盛的时期,从而为拟步甲提供了丰富的食物资源和多样化的栖息生境,使拟步甲群落数量及多样性均较高^[27];10月气温降低,植被也进入了凋零期,已不适合拟步甲生存,故10月拟步甲物种数和个体数趋于零。

不同物种占据不同生态位,且昆虫对温度条件变化敏感,不同种类拟步甲的生物学特性也具有差异。在本研究中,相同时段内,不同亚类荒漠草地中个体数量最多的拟步甲种类基本相同。但不同亚类荒漠草地土壤质地、植被群落具有差异性,导致拟步甲种群数量在不同亚类荒漠草地具有差异性。拟步甲自身生物学特性、节律以及当地环境气候可能会造成其不同月份群落组成与数量的差

异,使得本文研究结果与杨贵军等^[28]在宁夏贺兰山冲积扇荒漠草原的研究结果略有出入;在不同亚类荒漠草地中拟步甲群落的物种数与个体数在不同月份具有差异性,但总体变化趋势基本相似。

昆虫群落多样性特征指数是用来测定群落水平的重要指标,其不单反映了群落中物种的富集度、变异程度和均匀度等,而且还在不同程度上反映了不同地理、自然环境以及群落的发展状况^[29-30]。本研究中砾质荒漠草地拟步甲群落多样性显著高于盐土荒漠草地与沙质荒漠草地($P < 0.05$),这是样地环境对昆虫群落综合作用的结果,也反映了该样地昆虫群落的稳定性相对较高。沙质荒漠草地丰富度最低但丰度最高,说明群落多样性和物种丰度的关系复杂。

本研究发现,相似干旱环境中拟步甲的种类分布基本相同,但由于土壤、植被等条件的不同,使拟步甲个体数量发生变化。这一现象是由于气候及降雨量的影响,致使荒漠草原植被的初级生产力处于较低水平,会在某种程度上限制拟步甲科昆虫的能量利用效率,不同亚类荒漠草地的环境条件存在差异,从而影响了在环境中生存的昆虫群落的属性。这也与拟步甲科昆虫更适应于干旱环境的结果相符合,即,拟步甲科昆虫更倾向分布于盖度较低的荒漠地区。同样有研究表明,不同生境的土壤含水量与拟步甲群落特征值成极显著的负相关关系,是影响拟步甲物种丰富度的关键因子^[31]。在植被多样性高的昆虫群落中昆虫总个体数、群落丰富度都要高于植被多样性指数低的昆虫群落,本研究结果表明拟步甲群落丰度指数与植被香农多样性指数和植被丰富度显著正相关,较高的植被多样性为拟步甲昆虫提供更多的食物资源,从而提高了拟步甲的丰度,这与马国强等^[32]对山西同朔地区不同混交林中昆虫群落结构研究结果一致。

4 结论

本研究在甘肃省民勤县红砂岗调查不同亚类荒漠草地上的拟步甲群落,由于荒漠草原植被组成单一,从而使分布在荒漠草原中拟步甲群落组成简单,该区域仅分布有8属10种拟步甲科昆虫,其中优势种为姬小胸鳖甲与多毛宽漠甲;不同亚类荒漠草地拟步甲昆虫的物种数和个体数均于7月(丰草期)达到峰值,10月降到最低;相对于盐土荒漠草地

和沙质荒漠草地,砾质荒漠草地中植被多样性指数和植被丰富度较高,因此,砾质荒漠草地中拟步甲物种最丰富。

参考文献(References):

- [1] 焦越佳, 张佳雨, 黄馨慧, 等. 内蒙古荒漠草原东部植被指标动态变化及其与气候变化的关系[J]. 草地学报, 2022, 30(1): 153-160. [Jiao Yuejia, Zhang Jiayu, Huang Xinhui, et al. Dynamic changes of vegetation indexes and their relations with climate changes in the eastern desert steppe of Inner Mongolia[J]. Acta Agrestia Sinica, 2022, 30(1): 153-160.]
- [2] 刘晓春. 民勤荒漠草地植物群落及其优势种群结构与动态研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008. [Liu Xiaochun. The Structure and Dynamics of Minqin Desert Grassland Plant Communities and Their Dominant Populations[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2008.]
- [3] 王忠武, 王悦骅, 宝音, 等. 植物群落特征和稳定性对荒漠草原不同放牧强度模拟降水的响应[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2020, 51(3): 297-306. [Wang Zhongwu, Wang Yuehua, Bao Yin, et al. Response of plant characteristics and stability to simulated precipitation in different grazing intensities of desert steppe [J]. Journal of Inner Mongolia University (Natural Science Edition), 2020, 51(3): 297-306.]
- [4] Twardowski J P, Pastuszko K, Hurej M, et al. Effect of different management practices on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages of Uphill grasslands[J]. Polish Journal of Ecology, 2017, 65(3): 400-409.
- [5] 任国栋, 于有志. 中国荒漠半荒漠的拟步甲科昆虫[M]. 保定: 河北大学出版社, 1999. [Ren Guodong, Yu Youzhi. Darkling Beetle in the Deserts and Semi-deserts of China (Coleoptera: Tenebrionidae)[M]. Baoding: Hebei University Press, 1999.]
- [6] 任国栋, 毕秋香. 世界拟步甲科昆虫分类研究概况[J]. 宁夏农学院学报, 1996, 17(1): 71-78, 70. [Ren Guodong, Bi Qiuxiang. A survey of classification research of Tenebrionidae from the world (Coleoptera)[J]. Journal Ningxia Agricultural College, 1996, 17(1): 71-78, 70.]
- [7] 殷秀琴, 陶岩, 王海霞, 等. 我国东北森林土壤动物生态学研究现状与展望[J]. 生物多样性, 2018, 26(10): 1083-1090. [Yin Xiuqin, Tao Yan, Wang Haixia, et al. Forest soil fauna ecology in Northeast China: Review and prospect[J]. Biodiversity Science, 2018, 26(10): 1083-1090.]
- [8] 殷秀琴, 宋博, 董炜华, 等. 我国土壤动物生态地理研究进展[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 91-102. [Yin Xiuqin, Song Bo, Dong Weihua, et al. A review on the eco-geography of soil fauna in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(1): 91-102.]
- [9] 王云龙. 北洛河流域拟步甲科(鞘翅目)物种多样性研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2008. [Wang Yunlong. A Study on the Diversity of Tenebrionidae (Coleoptera) in the Beiluo River Basin

- [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2008.]
- [10] 杨贵军, 贺奇, 王新谱. 盐池四墩子拟步甲昆虫群落组成与环境因子的相关性[J]. 应用生态学报, 2010, 21(9): 2375–2382. [Yang Guijun, He Qi, Wang Xinpu. Darkling beetle community structure and its relations with environmental factors in Sidunzi of Yanchi, Ningxia, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(9): 2375–2382.]
- [11] 任国栋. 宁夏甲虫志[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019. [Ren Guodong. Ningxia Beetle Journal[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2019.]
- [12] 张大治, 陈曦, 贺达汉. 荒漠景观拟步甲科昆虫多样性及其对生境的指示作用[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(1): 229–235. [Zhang Dazhi, Chen Xi, He Dahan. Species diversity of darkling beetles in desert landscape and their value as bioindicators[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2012, 49(1): 229–235.]
- [13] 徐养诚, 姜巧哲, 马吉宏, 等. 古尔班通古特沙漠南缘拟步甲的物种多样性[J]. 干旱区研究, 2013, 30(4): 674–680. [Xu Yangcheng, Lou Qiaozhe, Ma Jihong, et al. Darkling beetles diversity in southern marginal zone of the Gurbantonggut Desert[J]. Arid Zone Research, 2013, 30(4): 674–680.]
- [14] 刘继亮, 巴义彬, 牛瑞雪, 等. 河西走廊天然固沙植被区地表甲虫多样性及其对沙漠化的指示作用[J]. 生态学报, 2021, 41(13): 5435–5445. [Liu Jiliang, Ba Yibin, Niu Ruixue, et al. Ground beetle diversity and their value as bioindicators for desertification in a natural desert of the middle of the Hexi Corridor, Northwest China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(13): 5435–5445.]
- [15] 董六文, 韩佳龙, 赵文智, 等. 黑河流域湖泊湿地及毗邻沙丘地表节肢动物群落结构比较[J]. 中国沙漠, 2020, 40(6): 250–258. [Dong Liuwen, Han Jialong, Zhao Wenzhi, et al. Comparison of ground arthropod community between lake wetland and adjacent sand dune in Heihe River Basin[J]. Journal of Desert Research, 2020, 40(6): 250–258.]
- [16] 甘肃省草原总站. 甘肃草地资源[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1999. [Gansu Provincial Grassland General Station. Gansu Grassland Resources[M]. Lanzhou: Gansu Science & Technology Press, 1999.]
- [17] 周红章, 于晓东, 罗天宏, 等. 土壤步甲和隐翅虫的采集与田间调查取样技术[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(5): 1367–1375. [Zhou Hongzhang, Yu Xiaodong, Luo Tianhong, et al. Collecting methods and sampling techniques of ground dwelling and predating Carabids and Staphylinids beetles[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2014, 51(5): 1367–1375.]
- [18] 花立民, 张鲜花. 草地调查规划学实习指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020. [Hua Limin, Zhang Xianhua. Grassland Survey Planning Practice Guide[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2020.]
- [19] 任国栋. 中国动物志(昆虫纲 第63卷 鞘翅目·拟步甲科) [M]. 北京: 科学出版社, 2016. [Ren Guodong. Chinese Zoology (Insecta, Vol. 63. Coleoptera: Tenebrionidae) [M]. Beijing: Science Press, 2016.]
- [20] 赵养昌. 中国经济昆虫志(第四册, 鞘翅目·拟步行虫科)[M]. 北京: 科学出版社, 1963. [Zhao Yangchang. Chinese Economic Insects (Vol. 4. Coleoptera: Tenebrionidae) [M]. Beijing: Science Press, 1963.]
- [21] Zheng X X, Tao Y, Wang Z Q, et al. Soil macro-fauna respond to environmental variations along a coastal-inland gradient[J]. PeerJ, 2020, 8(8): e9532.
- [22] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1990. [Zhao Zhimo, Guo Yiquan. Principles and Methods of Community Ecology[M]. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House, 1990.]
- [23] 常虹, 孙海莲, 刘亚红, 等. 放牧强度对短花针茅荒漠草原甲虫群落分布格局的影响[J]. 生态学报, 2020, 40(13): 4546–4554. [Chang Hong, Sun Hailian, Liu Yahong, et al. Effects of different grazing intensities on the community structure of beetle community in *Stipa breviflora* desert steppe[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(13): 4546–4554.]
- [24] 任国栋, 于有志, 马峰. 荒漠环境与拟步甲适应[J]. 宁夏农学院学报, 1993, 14(S1): 85–92. [Ren Guodong, Yu Youzhi, Ma Feng. Desert environment and adaptation of darkling beetles[J]. Journal Ningxia Agricultural College, 1993, 14(S1): 85–92.]
- [25] 于晓东, 罗天宏, 周红章. 东灵山地区地表甲虫群落组成及季节变化[J]. 昆虫学报, 2002, 45(6): 785–793. [Yu Xiaodong, Luo Tianhong, Zhou Hongzhang. Composition and seasonal dynamics of litter-layer beetle community in the Dongling Mountain region, North China[J]. Acta Entomologica Sinica, 2002, 45(6): 785–793.]
- [26] 贾凤龙, 梁铭球, 陈振耀, 等. 梧桐山甲虫物种多样性[J]. 生物多样性, 2000, 8(2): 169–171. [Jia Fenglong, Liang Geqiu, Chen Zhenyao, et al. Species diversity of beetles of Mt. Wutongshan[J]. Biodiversity Science, 2000, 8(2): 169–171.]
- [27] 臧建成, 孙涛. 西藏林芝地区趋光性昆虫群落组成及发生时间动态[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(7): 129–135. [Zang Jiancheng, Sun Tao. Community composition and temporal dynamics in occurrence of phototaxis insects in Linzhi, Tibet[J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 2014, 42(7): 129–135.]
- [28] 杨贵军, 王源, 王敏. 贺兰山冲积扇荒漠草地拟步甲群落小尺度空间格局动态[J]. 应用生态学报, 2021, 32(4): 1461–1470. [Yang Guijun, Wang Yuan, Wang Min. Spatial pattern dynamics of darkling beetle communities at small scale in a desert grassland of alluvial fans in Helan Mountain, Northwest China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2021, 32(4): 1461–1470.]
- [29] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 第3版. 北京: 北京师范大学出版社, 2001. [Sun Ruyong. Principles of Animal Ecology[M]. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.]
- [30] 赵卓, 任炳忠, 奚耕思. 四平转山湖水库地区昆虫多样性的初步研究[J]. 生态学杂志, 2002, 21(3): 65–68. [Zhao Zhuo, Ren Bingzhong, Xi Gengsi. A preliminary study on insect biodiversity of

- Zhuanshan Lake Area in Siping[J]. Chinese Journal of Ecology, 2002, 21(3): 65–68.]
- [31] 娄巧哲, 徐养诚, 马吉宏, 等. 古尔班通古特沙漠南缘地表甲虫物种多样性及其与环境的关系[J]. 生物多样性, 2011, 19(4): 441–452. [Lou Qiaozhe, Xu Yangcheng, Ma Jihong, et al. Diversity of ground-dwelling beetles within the southern Gurbantunggut Desert and its relationship with environmental factors[J]. Biodiversity Science, 2011, 19(4): 441–452.]
- [32] 马国强, 刘贤谦. 山西同朔地区不同混交林中昆虫群落结构初步研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2007, 27(4): 360–362. [Ma Guoqiang, Liu Xianqian. Preliminary studies on insect community structure in different mixed forest in Shanxi[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2007, 27(4): 360–362.]

Survey of species diversity of darkling beetles in the Minqin temperate desert steppe

TA Fuyuan¹, ZHANG Hongyang¹, GOU Wenshan¹, MA Weixin², HU Guixin¹

(1. Pratacultural College, Gansu Agricultural University, Engineering and Technology Research Center for Alpine Rodent Pest Control National Forestry and Grassland Administration, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Minqin County Grassland Workstation, Wuwei 733399, Gansu, China)

Abstract: To clarify the diversity and temporal dynamics of darkling beetles in Minqin temperate desert grassland, this study systematically investigated the communities of different subtypes of darkling beetles in gravelly, sandy, and saline desert grasslands in Minqin County, Gansu Province, from April to October 2021 using the pitfall trapping method. In this survey, 8492 individuals of 10 species in 8 genera were captured. The dominant species in the desert steppe in general were *Microdera elegans* and *Sternoplax setosa setosa*, which accounted for 26.57% and 25.07%, respectively, of the total individuals, whereas *Eumylada potanini* was an endemic species in gravelly desert grassland. The number of darkling beetles of their respective species in the three subtypes of desert grasslands peaked in July and dropped to the lowest level in October. The community abundance and Shannon-Wiener diversity index of the darkling beetles were significantly higher than those in saline desert grassland ($P<0.05$), and the community richness of darkling beetles was significantly higher than that of sandy desert grassland ($P<0.05$). The diversity of the darkling beetles was closely correlated with environmental factors: The community abundance index was significantly negatively correlated with the height of the vegetation community, soil water content, and vegetation cover ($P<0.05$). The abundance index of the darkling beetles was significantly positively correlated with the plant Shannon-Wiener diversity index and plant richness ($P<0.05$). The vegetation composition of the desert grassland is simple; therefore, the community composition of the darkling beetles is also simple. The plant diversity index and plant richness are higher in gravelly desert grasslands than in saline desert grasslands and sandy desert grasslands, so the darkling beetles are the most abundant in gravelly desert grasslands.

Keywords: desert grasslands; darkling beetles; species; diversity; time dynamics